

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-033802

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

G02B 13/04
G02B 13/18

(21)Application number : 07-186826

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.07.1995

(72)Inventor : TANITSU MASAHIKO

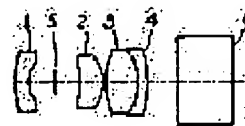
(54) WIDE-ANGLE LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve chromatic aberration performance and aberrations and distortion of the most circumferential part of a picture plane by composing a front lens group of a specific concave plastic lens and a rear lens group of a specific convex plastic lens and a convex-concave glass cemented glass lens.

SOLUTION: This wide-angle lens consists of four lenses which are a 1st meniscus lens 1 having its concave surface on an image plane side, a 2nd meniscus lens having its concave surface on the object side, a 3rd biconvex lens 3, and a 4th meniscus lens 4 having its concave surface on the object side in order from the object side.

Further, the 1st lens 1 is provided with an aspherical surface on its object side, the 2nd lens 2 is provided with an aspherical surface on its image plane side, and the 3rd lens 3 and 4th lens 4 are cemented into a glass lens. Consequently, a large aperture ratio is obtained, the lens is simplified into 4-lens-element constitution, and the chromatic aberration performance and the aberrations and distortion of the most circumferential part of the picture plane can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-19787

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 15.12.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-33802

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 B 13/04
13/18

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 13/04
13/18

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平7-186826

(22)出願日

平成7年(1995)7月24日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 谷津 雅彦

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所マルチメディアシステム開
発本社内

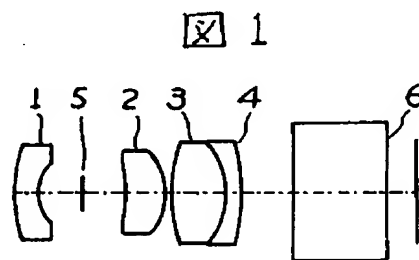
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 広角レンズ

(57)【要約】

【構成】物体側より順に、凹レンズ1と、大きな空気空間をおいて凸レンズ2と凸レンズ3と凹レンズ4を備えたレンズ系で、第1レンズ1と第2レンズ2を非球面プラスチックレンズとし、第3レンズ3と第4レンズ4を貼り合わせガラスレンズとすることによって、色収差及び諸収差を良好に補正した広角レンズ。

【効果】レンズ枚数4枚で収差性能及び色収差性能が良好な広角レンズを実現でき、レンズ系の簡素化・小形化及び高解像度化を達成できる。また、レンズ玉2枚をプラスチックレンズ玉にでき、低コスト化も達成できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側より順に、負の焦点距離を有する第1レンズと、大きな空気空間を有する、正の焦点距離を有する第2レンズと、正の焦点距離を有する第3レンズと、負の焦点距離を有する第4レンズを備えたレンズ系において、

上記第1レンズを物体側に非球面を設けたプラスチックレンズとし、上記第2レンズを像面側に非球面を設けたプラスチックレンズとし、上記第3レンズと上記第4レンズを貼り合わせガラスレンズとしたことを特徴とする広角レンズ。

【請求項2】上記第1レンズが像面側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の負の焦点距離を有するレンズ、上記第2レンズが物体側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の正の焦点距離を有するレンズである請求項1に記載の広角レンズ。

【請求項3】上記第2レンズのベンディング係数を B_2 とすると、以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の広角レンズ。

$$\begin{aligned} \text{【数1】} \quad & -4 < B_2 < -2 \\ & \dots (\text{数1}) \end{aligned}$$

但し、ベンディング係数 B は、レンズ玉の物側の曲率半径 R_a と像側の曲率半径 R_b を用いて、 $B = (R_b + R_a) / (R_b - R_a)$ で定義する。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は広角レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より比較的広画角の撮影レンズには負の屈折力の前群と正の屈折力の後群の二つのレンズ群を配置したいわゆるレトロフォーカス型を採用したものが多い。レトロフォーカス型の撮影レンズはバックフォーカスを長く採る長所があり前群で発散させた光束を後群で収束させるレンズ構成を採っている為に球面収差や非点収差、歪曲収差等の軸外収差の発生量が多い。一般にこれらの諸収差を良好に補正するのはレンズ構成が非対称である為、対称に近いガウス型の撮影レンズに比べると大変難しい。

【0003】特にFナンバーを小さくし大口径比化を図ろうとすると高次の球面収差が多く発生し又像面湾曲が大きくなり画面全体の像面の平坦性が崩れ更に歪曲収差が負の方向へ著しく増大してくる。

【0004】明るさ及び撮影画角を一定に保ちつつ良好なる光学性能を得るには例えばレンズ枚数を増加させるか、あるいは前群と後群の双方の屈折力を弱める方法がある。しかし、これらの方法はいずれもレンズ全長が長くなりレンズ系全体が大型化してくる。又バックフォーカスを十分長く採る為には前群と後群との距離を増大せれば良いが、あまり増大させるとレンズ全長が長くなり撮影レンズの小型化を図るのが困難になってくる。

【0005】Fナンバー2.8、撮影画角37～38度でレンズ枚数が比較的少ない5枚で構成したレトロフォーカス型の撮影レンズが例えば特開昭54-12723号公報、特開昭57-163212号公報中に記載されている。

【0006】しかし、これらの公報で提案されている撮影レンズは、レンズ枚数を少なくした為に画面中間にかけて色のコマ収差や非点収差が残存しており、又画角が大きくなるにつれて倍率色収差が増大している。

【0007】これらの問題点を解決するために非球面を用いた広角レンズが特開昭62-78520号公報中に記載されている。しかし、この特開昭62-78520号公報で提案されている非球面を有した広角レンズは、レンズ枚数が依然5枚と多く、レンズ枚数の低減及び小型化は達成されていなかった。

【0008】一方、レンズ枚数が3枚構成のレトロフォーカス型の撮影レンズが、特開平6-34878号と特開平6-34879号と特開平6-82690号公報中に記載されている。しかし、特開平6-34878号と特開平6-34879号公報は、非球面が無いもののFナンバーが4～5と大きく、大口径化は達成されていなかった。また、特開平6-82690号公報は、Fナンバーが1.4であるものの、非球面ガラスレンズ玉を3枚用いており、低コスト化が達成されているとは考えられない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】出願人は、前後群の焦点距離の規定及び、非球面プラスチックレンズの導入によって、Fナンバー1.8を達成した対角画角74～79度の広角レンズを特開平2-208617号公報で提案している。この中では、凹レンズの前群と凸レンズ・凹レンズ・凸レンズの後群で構成されたレンズ枚数4枚の実施例と、凹レンズの前群と凸レンズ（アッペ数70）・凸レンズの後群で構成されたレンズ枚数3枚の実施例を載せている。

【0010】ところで、色収差補正の基本は各レンズ群にアッペ数の事なる凹凸レンズを用いることであるが、前群が1枚レンズである場合は、軸上色収差と倍率色収差の補正を独立に行うことができない。例えば、特開平2-208617号公報の第3実施例では、軸上色収差0.040mm、倍率色収差0.017mm（像高2.0mm）である。また一般的に、広角レンズの歪曲収差は大きくなりやすいが、特開平2-208617号公報の実施例でも、通常のビデオカメラ用レンズの2倍以上の値となっていた。

【0011】一方で、需要が大きく伸びているパソコンやワークステーションへの内蔵といった分野では、カラー・画面全体の解像度・低歪曲化が重要な課題となる。これに適用するレンズにとっては、色収差性能・画面最周辺部の収差・歪曲収差の改善が課題である。さらに、

低コスト化のために、非球面をプラスチックレンズ玉のみに設け、その非球面による収差補正を実現することが課題である。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために本発明は、前群レンズ構成を物体側に非球面を設けた凹プラスチックレンズとし、後群レンズ構成を、物体側に凹面を向け像面側に非球面を設けたメニスカス形状の凸プラスチックレンズと、凸・凹ガラス貼り合わせガラスレンズとしたことである。更に、数1式で定義したベンディング係数Bをもとに、第2レンズの形状を数3の条件を満足するように特定したことである。

【0013】

【数2】 $B = (Rb + Ra) / (Rb - Ra)$
…(数2)

但し、Raはレンズ玉の物体側の曲率半径、Rbは像面側の曲率半径である。

【0014】

【数3】 $-4 < B_2 < -2$
…(数3)

この他の本発明の特徴は作用において記載される。

【0015】

【作用】本発明の作用を図1をもとに説明する。

【0016】図1は本発明を適用した広角レンズのレンズ構成を表す説明図である。

【0017】同図で、1はプラスチックレンズで負の焦点距離を有する第1レンズ、2はプラスチックレンズで正の焦点距離を有する第2レンズ、3はガラスレンズで正の焦点距離を有する第3レンズ、4はガラスレンズで負の焦点距離を有する第4レンズ、5は絞り（又は固定の開放絞り）、6はフィルタ・フェイスプレート等をつまとめた平行平板である。物体側より順に、像面側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の第1レンズ1、大きな空気空間を有して、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の第2レンズ2、両凸の第3レンズ3、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズ形状の第4レンズ4のレンズ構成4枚としている。さらに、第1レンズ1の物体側に非球面を設け、第2レンズ2の像面側に非球面を設け、第3レンズ3と第4レンズ4を貼り合わせガラスレンズとしている。

【0018】本発明では、前述のレンズ構成で広角レンズを構成すると共に前述の条件を満足させることによって、大口径比でしかもレンズ枚数4枚という簡素化、更に、色収差性能・画面最周辺部の収差・歪曲収差の改善を図った広角レンズを達成している。

【0019】実施例で数値を示すが、焦点距離が3.3〜4.4mmと小さい広角レンズの場合、バックフォーカスを確保するために撮影レンズをレトロフォーカス型とする必要がある。レトロフォーカス型の撮影レンズでは絞りより前方の遠く離れたところに配置した負の第1レ

ンズ群での軸上光線の光線高さが小さく、逆に、主光線の光線高さが大きくなっている。そして後方で絞りのすぐ後に配置した第2レンズ群での軸上光線の光線高さが大きく、逆に、主光線の光線高さが小さくなっている。従って、軸上光線の光線高さが大きい第2レンズ群で主に軸上色収差が発生し、主光線の光線高さが大きい第1レンズ群で主に倍率色収差が発生する。すなわち、軸上色収差と倍率色収差を同時に補正するためには、第1レンズ群と第2レンズ群に凹レンズと凸レンズを組み合わせて用いることが必要となる。しかし、レンズ枚数が増えると、レンズ全体が大きくなり、長くなってしまふ。通常は、第1レンズ群を凹レンズ1枚で構成し、この上で軸上色収差と倍率色収差のバランスを取っている。例えば、凹レンズの第1レンズ群と、凸レンズ・凹レンズ・凸レンズの第2レンズ群で構成された特開平2-208617号公報の第3実施例では、軸上色収差0.040mm、倍率色収差0.017mm（像高2.0mm）である。

【0020】従って、高画素数センサと組み合わせる場合は、色収差性能の改善が必要となる。しかし、凸レンズ・凹レンズ・凸レンズという第2レンズ群構成で色収差補正を行うと、第2レンズ群の各レンズ玉の屈折力が強くなり過ぎ、単色の収差自体が劣化してしまう。また、仮に軸上色収差が低減できても、主光線高さが小さい第2レンズ群では倍率色収差がなかなか低減できない。そこで、第2レンズ群の中でも少しでも主光線の光線高さが大きい、絞りから離れたレンズを凹レンズとする為に、第2レンズ群のレンズ構成を凸レンズ・凸レンズ・凹レンズとすることが必要となる。このとき逆に、この凹レンズでの軸上光線の光線高さが小さくなるので、軸上色収差の補正効果は小さくなる。従って、色収差補正の為に第2レンズ群内の各レンズ玉の屈折力を大きくすることが必要となる。このとき、凸レンズと凹レンズをガラスの貼り合わせレンズとすることによって、この凸レンズでの光線の全反射の防止することが必要となる。

【0021】具体的には、実施例1、実施例2、実施例3、実施例4に以下示すレンズデータで凸レンズ（第3レンズ）と凹レンズ（第4レンズ）の間に間隔0の空気層を挿入すると、周辺に向かう光束で凸レンズの像側のレンズ面で全反射を起こす光線が生じる。この状態では、周辺光量比が大幅に劣化し、目標の仕様値を満足できない。従って、目標の周辺光量比を確保するため、凸レンズ（第3レンズ）と凹レンズ（第4レンズ）を貼り合わせレンズとすることが不可欠となっている。

【0022】また、小形の広角レンズではレンズ玉径が小さくなるので、ガラスレンズ玉の研磨加工が困難となりコストが上昇する。当初の目的は、このレンズ径の小さなガラスレンズ玉をプラスチック化し、低コスト化及びプラスチックレンズ面上の非球面効果によってレンズ枚数自体も少なくすることであった。特に曲率半径が小

さい第1レンズ1のプラスチック化が最大の目的であった。

【0023】しかし、プラスチックレンズを使用する場合は、凹と凸のプラスチックレンズを組み合わせる用いる温度補償が必要となるので、残りの第2レンズ2がプラスチックレンズと定まる。

【0024】以上が本発明の基本レンズ構成についての説明である。次に、プラスチックレンズである第2レンズ2の形状についての説明を行う。

【0025】温度補償を第1レンズ1と第2レンズ2で行う為には、軸上光線の光線高さが小さい第1レンズ1の屈折力を大きくし、軸上光線の光線高さが大きい第2レンズ2の屈折力を小さくする必要がある。しかし、第1レンズ1の屈折力を大きくすると必然的に第2レンズ2での軸上光線の光線高さが大きくなるので、逆に、温度補償の為には第1レンズ1の屈折力を小さくすることが望ましい。一方、一定量のバックフォーカスを確保する為に、第1レンズ1の屈折力はあまり小さく出来ない。そこで、第2レンズ2の屈折力を小さくし温度補償を行う必要がある。

$$V(\theta) = S(\theta) / S(0) \times 100 \quad \dots(\text{数4})$$

【0030】

【数5】

$$R(\theta) = V(\theta) f^2 \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta / [y(dy/d\theta)] \quad \dots(\text{数5})$$

但し、 $S(\theta)$ は入射傾角 θ でレンズを通過する平行光線束の光軸に垂直な断面積、 $S(0)$ は光軸に平行に入射しレンズを通過する平行光線束の光軸に垂直な断面積、 f はレンズの焦点距離、 y は入射傾角 θ に対応する像高である。

【0031】レトロフォーカス型レンズは一般的に歪曲収差が負の大きな値となるので、入射傾角 θ が大きくなっても、像高 y はあまり大きくならない。即ち、 $dy/d\theta$ が小さな値となり、周辺光量比 $R(\theta)$ を大きくできる。一方、歪曲収差が小さい場合は、 $y = \tan\theta$ なので、周辺光量比 $R(\theta)$ は数6となる。

【0032】

$$\text{【数6】} \quad R(\theta) = V(\theta) \cdot \cos^4 \theta \quad \dots(\text{数6})$$

ここで仮に、水平画角60度を得るには、1/3インチセンサの場合でレンズの焦点距離 f が4.2mm(=2.4mm/ $\tan 30^\circ$)となる。このとき、センサの最周辺部(3.0mm)では $\theta = 36^\circ$ なので $\cos^4 \theta = 0.43$ となる。従って、周辺光量比 $R(\theta) \approx 60\%$ を得るには、開口効率 $V(\theta) \approx 140\%$ が必要となる。即ち、軸上光線の光束の約1.4倍もの周辺光線の光束が通過することとなる。

【0033】ところで、光束が第1レンズ1で発散した

$$Z = (h^2/r) / \{1 + \sqrt{1 - (K+1)h^2/r^2}\} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} \quad \dots(\text{数7})$$

(記号： $\sqrt{\quad}$)は、 \quad 内の量に就き平方根を取る
(数値実施例 1)

【0026】また、第2レンズ群は見かけ上、凸レンズ2枚の基本構成となるので、収差補正の点で第2レンズ群の屈折力を約2等分することが望ましい。また、特開平2-208617号公報の第3実施例を例にとると、第2レンズ群の横倍率が0.8倍なので、第2レンズ2の形状は物側に凹面を向けたメニスカス形状の凸レンズとすることが必要となる。具体的には、数3の条件を満足するように第2レンズ2のベンディング係数 B_2 を規定することによって、良好な収差補正が可能となる。

【0027】特に、本発明のレンズは歪曲収差をビデオカメラ同等の性能とすることも目標としているので、ベンディング係数 B_2 を大幅に負の値とすることが必要となる。先ず、歪曲収差を改善した場合での周辺光量比について説明し、次に、ベンディング係数 B_2 について説明する。

【0028】周辺光量比 $R(\theta)$ は、数3式の開口効率 $V(\theta)$ を用い、数5で定義される。

【0029】

【数4】

のち第2レンズ2を通過しほぼ平行となるので、第2レンズ2での光束の断面積は第1レンズ1での値に比べて大きくなる。従って、収差補正のためには第2レンズ2の形状を最適な形状とする必要がある。特に、開口効率のために周辺光線の光束を優先した形状に定める必要があるので、よりメニスカス形状を強調したベンディング係数 B_2 とすることが不可欠となる。

【0034】

【実施例】以下、本発明の実施例として、F2.8で水平画角60°の広角レンズでの1/4インチCCDセンサ用の数値実施例1と2と、1/3インチCCDセンサ用の数値実施例3と4を示す。数値実施例で $r(i)$ は物体側より順に第 i 番目のレンズ面 $S(i)$ の曲率半径、 $d(i)$ はレンズ面 $S(i)$ からレンズ面 $S(i+1)$ の間の光軸上の距離、 $N(j)$ と $\nu(j)$ はそれぞれ物体側より順に第 j 番目のレンズの屈折率とアッペ数である。画角は実光線で対角画角を表した。また、非球面形状は、光軸方向のサグ量 Z で表され、光軸からの高さ h 、近軸の曲率半径 r 、円錐定数 K 、4次、6次、8次、10次の非球面項の係数を用い、数7で定義される。

【0035】

【数7】

ことを意味する)

| | | | | | |
|--------|---------|-------------|---------|----------|--|
| f=3.28 | | FNO.=1:2.91 | | 2W=73.0° | |
| S | r | d | N | ν | |
| 1 | 85.000 | 0.900 | 1.49200 | 57.9 | |
| 2 | 2.325 | 1.770 | | | |
| 3 | (絞り) | 1.715 | | | |
| 4 | -5.819 | 0.610 | 1.49200 | 57.9 | |
| 5 | -2.523 | 0.200 | | | |
| 6 | 8.100 | 2.210 | 1.71300 | 53.9 | |
| 7 | -3.150 | 0.500 | 1.84666 | 23.9 | |
| 8 | -10.439 | 2.015 | | | |
| 9 | ∞ | 3.800 | 1.52307 | 58.5 | |
| 10 | ∞ | | | | |

第1面は非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0036】

$$K=0.0$$

$$A_4=3.469 \div 10^2$$

$$A_6=-6.580 \div 10^3$$

$$A_8=1.042 \div 10^3$$

$$A_{10}=-6.880 \div 10^5$$

第2面も非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0037】

$$K=8.884 \div 10^2$$

$$A_4=5.769 \div 10^2$$

$$A_6=1.473 \div 10^2$$

$$A_8=-1.196 \div 10^2$$

$$A_{10}=6.568 \div 10^3$$

第5面も非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0038】

$$K=-0.2362$$

$$A_4=1.572 \div 10^4$$

$$A_6=2.829 \div 10^5$$

$$A_8=1.087 \div 10^5$$

$$A_{10}=-1.341 \div 10^5$$

〔数値実施例 2〕

| | | | | | |
|--------|---------|-------------|---------|----------|--|
| f=3.26 | | FNO.=1:2.91 | | 2W=73.2° | |
| S | r | d | N | ν | |
| 1 | 27.000 | 0.900 | 1.49200 | 57.9 | |
| 2 | 2.203 | 1.770 | | | |
| 3 | (絞り) | 1.715 | | | |
| 4 | -4.454 | 1.630 | 1.49200 | 57.9 | |
| 5 | -2.430 | 0.200 | | | |
| 6 | 7.265 | 2.340 | 1.71300 | 53.9 | |
| 7 | -3.200 | 0.500 | 1.84666 | 23.9 | |
| 8 | -10.968 | 2.015 | | | |
| 9 | ∞ | 3.800 | 1.52307 | 58.5 | |
| 10 | ∞ | | | | |

第1面は非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0039】

$$K=0.0$$

$$A_4=3.310 \div 10^2$$

$$A_6=-5.774 \div 10^3$$

$$A_8=7.178 \div 10^4$$

$$A_{10}=-1.609 \div 10^5$$

第2面も非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0040】

$$K=5.517 \div 10^2$$

$$A_4=5.619 \div 10^2$$

$$A_6=1.735 \div 10^2$$

$$A_8=-1.645 \div 10^2$$

$$A_{10}=8.572 \div 10^3$$

第5面も非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0041】

$$K = -0.3515$$

$$A_4 = -7.586 \div 10^4 \quad A_6 = -1.408 \div 10^4$$

$$A_8 = 2.672 \div 10^5 \quad A_{10} = -1.997 \div 10^5$$

〔数値実施例 3〕

$$f = 4.35 \quad \text{FNO.} = 1:2.91 \quad 2W = 73.2^\circ$$

| S | r | d | N | ν |
|----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 64.885 | 0.980 | 1.49200 | 57.9 |
| 2 | 3.377 | 2.700 | | |
| 3 | (絞リ) | 1.900 | | |
| 4 | -5.534 | 2.100 | 1.49200 | 57.9 |
| 5 | -3.161 | 0.200 | | |
| 6 | 9.095 | 3.000 | 1.71300 | 53.9 |
| 7 | -4.120 | 1.000 | 1.84666 | 23.9 |
| 8 | -14.624 | 2.500 | | |
| 9 | ∞ | 4.500 | 1.52307 | 58.5 |
| 10 | ∞ | | | |

第1面は非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0042】

$$K = 317.8$$

$$A_4 = 1.892 \div 10^2 \quad A_6 = -2.091 \div 10^3$$

$$A_8 = 1.840 \div 10^4 \quad A_{10} = -5.836 \div 10^6$$

第2面も非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0043】

$$K = 0.8639$$

$$A_4 = 2.625 \div 10^2 \quad A_6 = 4.075 \div 10^3$$

$$A_8 = -2.295 \div 10^3 \quad A_{10} = 6.163 \div 10^4$$

第5面も非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0044】

$$K = -1.600 \div 10^2$$

$$A_4 = 8.866 \div 10^4 \quad A_6 = 1.573 \div 10^4$$

$$A_8 = -1.351 \div 10^5 \quad A_{10} = 1.734 \div 10^6$$

〔数値実施例 4〕

$$f = 4.36 \quad \text{FNO.} = 1:2.91 \quad 2W = 73.3^\circ$$

| S | r | d | N | ν |
|----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 4.438 | 0.980 | 1.49200 | 57.9 |
| 2 | 1.796 | 2.849 | | |
| 3 | (絞リ) | 1.950 | | |
| 4 | -6.128 | 2.200 | 1.49200 | 57.9 |
| 5 | -3.216 | 0.200 | | |
| 6 | 9.263 | 3.260 | 1.71300 | 53.9 |
| 7 | -4.335 | 0.500 | 1.84666 | 23.9 |
| 8 | -15.150 | 3.000 | | |
| 9 | ∞ | 4.500 | 1.52307 | 58.5 |
| 10 | ∞ | | | |

第1面は非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

【0045】

$$K = 1.827$$

$$A_4 = 5.002 \div 10^4 \quad A_6 = -3.620 \div 10^4$$

$$A_8 = 8.720 \div 10^5$$

第5面も非球面であり、数4の係数は以下の通りである。

$$K = 1.542 \div 10^2$$

$$A_4 = 1.146 \div 10^3$$

$$A_8 = -7.620 \div 10^6$$

また、数3の条件に対する本発明の数値実施例との関係は、以下の通りである。

【0047】

| 実施例No. | B ₂ |
|--------|----------------|
| 1 | -2.5 |
| 2 | -3.4 |
| 3 | -3.7 |
| 4 | -3.2 |

一方、第2レンズの焦点距離 f_2 と第3・4貼り合わせレンズの焦点距離 f_{34} の各数値実施例での値は以下の通りであるが、第2レンズ群の屈折力を約2等分していることが分かる。

| 実施例No. | 軸上色収差(mm) | 倍率色収差(mm) |
|--------|-----------|-----------------|
| 1 | -0.009 | 0.008 (像高1.8mm) |
| 2 | -0.004 | 0.007 (像高1.8mm) |
| 3 | -0.013 | 0.010 (像高2.3mm) |
| 4 | 0.013 | 0.011 (像高2.3mm) |

撮影距離2mでの各数値実施例に関する収差図を図2、図4、図6、図8に示す。左側の2列がコマ収差図であり、下から順に相対像高0、0.3、0.6、0.9、1の各5ポイントでのコマ収差を表す。残りは球面収差、正弦条件、非点収差そして、歪曲収差をそれぞれ表している。収差図座標の最大値は、コマ収差が±0.02mm、球面収差・正弦条件・非点収差が±0.05mm、歪曲収差が±10%である。また、コマ収差の表示では、周辺部の開口効率が100%を超えているので、その分Fナンバーを小さくしてコマ収差を表示している。具体的には、数値実施例1の図2ではFナンバー1.8、数値実施例2の図4ではFナンバー1.8、数値実施例3の図6ではFナンバー2.2、数値実施例4の図8ではFナンバー2.55とそれぞれ、設定Fナンバーを小さくした収差図を示した。尚、球面収差と正弦条件では、各数値実施例でのFナンバーそのままを用いて収差図を表示した。これらの収差図から明らかなように、各数値実施例のレンズは100%を超える開口効率を有し、且つ、性能良好であることが分かる。

【0050】尚、実施例ではFナンバー2.8として広角レンズの数値実施例を示したが、周辺光量比がビデオカメラのワイド端の値30~40%同等でも充分な用途では、絞りの径を大きくし、大口径化を図ることも可能である。例えば、数値実施例3で、周辺光量比が40%となるまで絞りの径を大きくしていくと、Fナンバー2.2の広角レンズが得られる。

【0051】また、各数値実施例では、カラー用ビデオ

$$A_{10} = -1.656 \div 10^5$$

【0046】

$$A_6 = 1.159 \div 10^4$$

$$A_{10} = 2.194 \div 10^6$$

【0048】

| 実施例No. | f_2 (mm) | f_{34} (mm) |
|--------|------------|---------------|
| 1 | 7.8 | 8.3 |
| 2 | 8.6 | 7.8 |
| 3 | 11.6 | 10.1 |
| 4 | 11.0 | 10.2 |

また、本発明の改善点である色収差補正結果についても、以下に示す。

【0049】

カメラ対応のレンズ構成図及び収差図を示したが、白黒用ビデオカメラ対応でも良好な性能を実現できることは当然である。

【0052】以上、プラスチックレンズを第1レンズ1と第2レンズ2に使用した本発明について説明したが、当然、プラスチックレンズをガラスレンズとしても、良好な性能が得られることは言うまでもない。

【0053】

【発明の効果】本発明の方法によれば、Fナンバー2.8、画角69°程度の良好に収差補正を行った写真用やビデオカメラ等に好適な広角レンズを達成することができる。特に、色収差性能も改善できるので高解像度用の高画素数センサに対応可能な広角レンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の数値実施例1のレンズの説明図。

【図2】本発明の数値実施例1のd線に対するコマ収差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差の説明図。

【図3】本発明の数値実施例2のレンズの説明図。

【図4】本発明の数値実施例2のd線に対するコマ収差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差の説明図。

【図5】本発明の数値実施例3のレンズの説明図。

【図6】本発明の数値実施例3のd線に対するコマ収差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差の説明図。

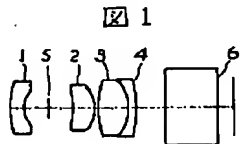
【図7】本発明の数値実施例4のレンズの説明図。

【図8】本発明の数値実施例4のd線に対するコマ収差、球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す収差の説明図。

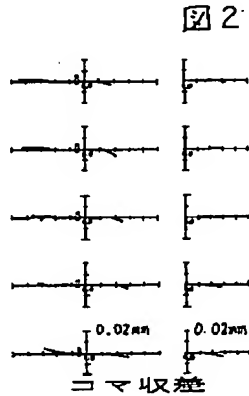
【符号の説明】

1…第1レンズ、2…第2レンズ、3…第3レンズ、4…第4レンズ、5…絞り、6…平行平面板。

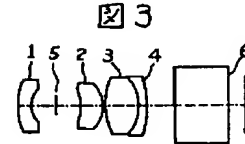
【図1】



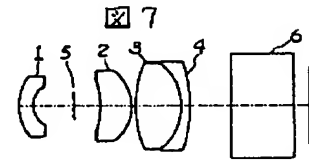
【図2】



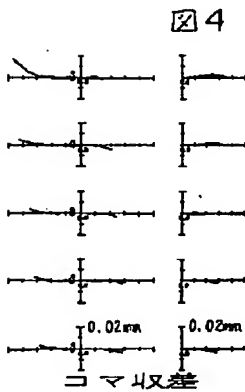
【図3】



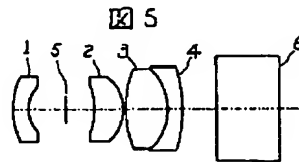
【図7】



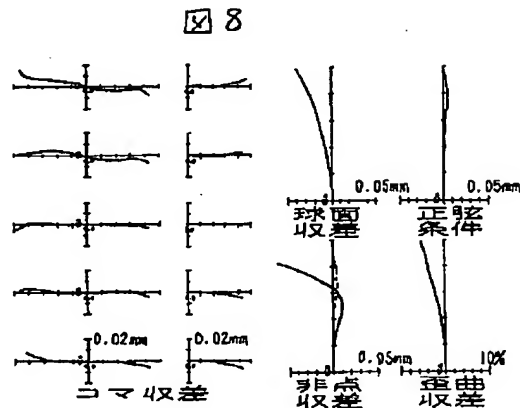
【図4】



【図5】



【図8】



【図6】

